

ARPA Lombardia – Settore Aria e Agenti Fisici

Rapporto tecnico

“Verifica di conformità delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio del rumore aeroportuale”

Sistema di Bergamo - Orio al Serio

BGY-2-2009

Il Dirigente

U.O. Agenti Fisici ed Energia

Dott.ssa Angela Alberici

Redazione del Rapporto ed elaborazione dei dati

Dott. Emanuele Galbusera

Ing. Roberta Pollini

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	4
2.	IL MONITORAGGIO DEL RUMORE	4
2.1.	<i>Componenti del sistema di monitoraggio</i>	<i>4</i>
2.2.	<i>Determinazione della tipologia delle stazioni di misura</i>	<i>5</i>
2.3.	<i>Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per il 2009 ...</i>	<i>6</i>
2.4.	<i>Modalità di identificazione degli eventi sonori.....</i>	<i>7</i>
2.5.	<i>Sensibilità ai movimenti aerei</i>	<i>7</i>
3.	VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA.....	9
3.1.	<i>Compatibilità delle caratteristiche.....</i>	<i>10</i>
3.2.	<i>Calibrazione e certificazione SIT.....</i>	<i>17</i>
3.3.	<i>Eventi correlati rispetto al numero di movimenti</i>	<i>18</i>
3.4.	<i>Statistica degli eventi sonori</i>	<i>19</i>
3.5.	<i>Continuità delle rilevazioni.....</i>	<i>21</i>
3.6.	<i>Valutazione delle correlazioni.....</i>	<i>24</i>
3.7.	<i>Validazione del dato di LVA 2009.....</i>	<i>28</i>
4.	CONCLUSIONI	33

1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto riguarda la verifica di conformità per il sistema di monitoraggio del rumore aeroportuale di Bergamo - Orio al Serio riferita all'anno 2009.

Le verifiche sono state effettuate seguendo le indicazioni contenute nelle linee guida regionali di cui alla DGR 808/2005.

2. IL MONITORAGGIO DEL RUMORE

2.1. Componenti del sistema di monitoraggio

Il sistema di monitoraggio relativo all'aeroporto di Orio al Serio per l'anno 2009 è costituito da un totale di 6 stazioni di misura posizionate in corrispondenza delle traiettorie di decollo e di atterraggio.

Il giorno 24 settembre 2009 è stata avviata una sperimentazione, approvata in sede di Commissione aeroportuale, al fine di ridistribuire il traffico nell'intorno dell'aeroporto in corrispondenza dei voli in decollo da pista 28 e di diminuire la popolazione esposta al rumore aeroportuale. Tale procedura antirumore, tuttora in vigore, consiste nell'utilizzo della traiettoria di decollo TZO 044 la quale prevede una virata a sinistra più repentina dopo il decollo, diminuendo così i sorvoli sul Comune di Bergamo.

La Figura 1 rappresenta una panoramica generale del sistema di monitoraggio e riporta le traiettorie di decollo e di atterraggio acusticamente distinguibili.

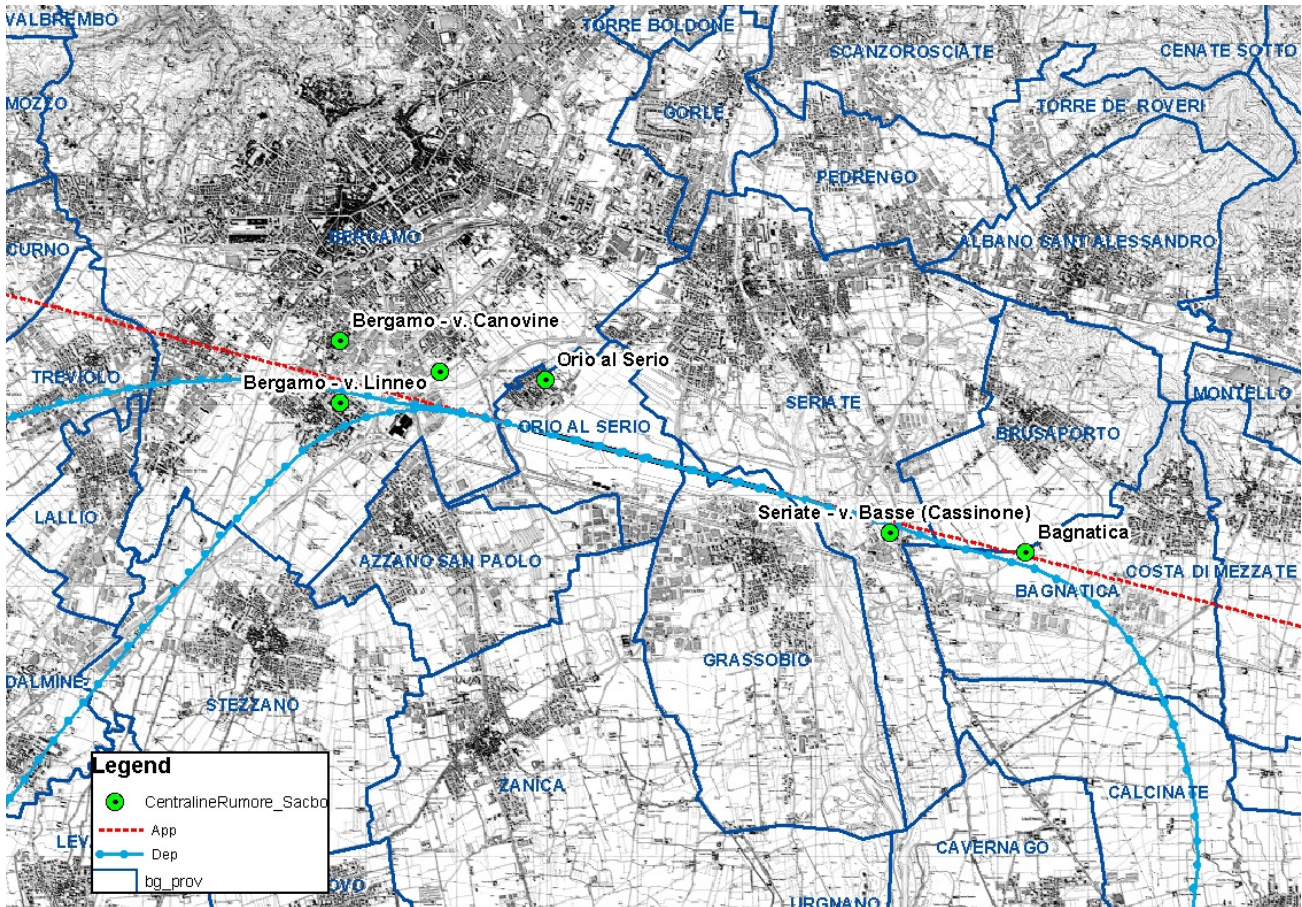


Figura 1: Traiettorie acusticamente distinguibili e loro nomenclatura; sono rappresentate anche tutte le stazioni di monitoraggio (Tipo M).

2.2. Determinazione della tipologia delle stazioni di misura

Nel paragrafo 2.2 delle linee guida (DGR 808/2005) vengono introdotte le definizioni delle tre tipologie di stazioni di monitoraggio che, in base agli scopi specifici e ai criteri di collocazione, si distinguono in:

- Stazioni di tipo M per il monitoraggio del rumore aeroportuale: sono stazioni in corrispondenza delle quali si deve misurare e distinguere il rumore di origine aeronautica da quello provocato da altre sorgenti, in modo da poter calcolare l'indice L_{VA} ;
- Stazioni di tipo V per la verifica delle violazioni delle procedure antirumore: le stazioni che rientrano in questa categoria devono essere situate dove sia necessario attribuire i parametri caratteristici di un evento aeroportuale, in maniera univoca, all'aereo responsabile;
- Stazioni di tipo A per il monitoraggio del rumore ambientale: queste stazioni permettono di misurare il rumore dovuto all'insieme delle sorgenti presenti nell'area circostante e non sono pertanto utili alla determinazione dei parametri e degli indici descrittivi del rumore di origine aeroportuale.

Preliminarmente, a ciascuna stazione è stata attribuita una delle tipologie sopra menzionate, come riportato nella Tabella 1. Nei paragrafi successivi verrà quindi attuata una valutazione della rispondenza di ciascuna stazione alla tipologia individuata.

STAZIONE DI MONITORAGGIO	TIPOLOGIA
Bagnatica - Via delle Groane	M
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	M
Bergamo - Via Linneo	M
Bergamo - Via Quasimodo	M
Bergamo - via Canovine	M
Seriate (Cassinone) - via Basse	M

Tabella 1: Tipologia delle centraline di misura.

Non essendo la Commissione Aeroportuale di Bergamo - Orio al Serio ancora pervenuta alla definizione di alcuna procedura antirumore, non si è potuto, per il momento, individuare stazioni di tipo V.

2.3. Identificazione delle tre settimane di massimo traffico per il 2009

Per la corretta valutazione dell'indice L_{VA} è necessario determinare (ai sensi del DM 31/10/97) le tre settimane di maggior traffico, ricavate dall'analisi dei dati forniti dalla Società di gestione aeroportuale (SACBO).

La modalità di identificazione delle settimane si è articolata in tre fasi: nella prima fase sono stati acquisiti i movimenti aerei registrati dal sistema radar di ENAV e sono stati validati attraverso delle procedure specifiche di controllo per essere inseriti nel SIDAC (Sistema Informativo Dati Aeroportuali del CRISTAL); nella seconda fase sono stati conteggiati i movimenti totali per ciascuna settimana e sono state confrontate le settimane risultanti con quelle identificate da SACBO. Nonostante tale identificazione è operata da SACBO sui movimenti totali e non su quelli validati come da procedura ARPA, per il 2009 le settimane individuate sono le stesse, come mostrato nella tabella seguente.

Settimana	ARPA		SACBO
	Movimenti validi	Movimenti totali	Movimenti totali
25 Maggio 2009 - 31 Maggio 2009	1292	1305	1305
14 Luglio 2009 - 20 Luglio 2009	1468	1477	1478
10 Ottobre 2009 - 16 Ottobre 2009	1264	1271	1270

Tabella 2: Elenco delle tre settimane di maggior traffico

2.4. Modalità di identificazione degli eventi sonori

Un evento viene individuato e registrato dalla stazione di misura se il livello pressione sonora ponderato A supera continuamente una certa soglia per una determinata durata minima. Le impostazioni di soglia (dBA) e di durata dell'evento sono scelte opportunamente per ciascuna postazione, come riportato nella Tabella 3.

STAZIONE DI MONITORAGGIO	TIPOLOGIA	SOGLIA (dBA)	DURATA MINIMA (s)
Bagnatica - Via delle Groane	M	70	7
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	M	63	10
Bergamo - Via Linneo	M	71	9
Bergamo - Via Quasimodo	M	63	9
Bergamo - Via Canovine	M	63	7
Seriate (Cassinone) - Via Basse	M	63	10

Tabella 3: impostazioni per la determinazione degli eventi del sistema di monitoraggio.

Queste impostazioni possono dare luogo all'identificazione di eventi che non sono di natura aeroportuale (falsi positivi). Per questo motivo i dati connessi agli "eventi sonori" devono essere correlati alle operazioni aeree, utilizzando le informazioni ottenute dai tracciati radar, oppure, in assenza di questi ultimi, dai tabulati della base dati volo (BDV) fornita dall'ente gestore.

2.5. Sensibilità ai movimenti aerei

Il DM 20/05/99 specifica che le centraline di misura devono essere poste in corrispondenza delle traiettorie di decollo/atterraggio. Questa caratteristica impone, prima della collocazione delle centraline, un'accurata analisi del territorio circostante l'aeroporto e delle procedure di volo.

La corretta ubicazione delle stazioni di misura è una condizione necessaria per un'adeguata funzionalità del sistema. Il posizionamento delle centraline di tipo M in corrispondenza delle traiettorie dell'aeroporto di Bergamo - Orio al Serio è riportato nella Tabella 4, nella quale sono indicate con la lettera D le piste di decollo (D28, D10) e con la lettera A le piste di atterraggio (A10, A28).

Stazione di monitoraggio	D28		A10	A28	D10
	220	267			150
Bagnatica - Via delle Groane				✓	✓
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	✓	✓	✓	✓*	✓
Bergamo - Via Linneo	✓	✓	✓		
Bergamo - Via Quasimodo	✓	✓	✓		
Bergamo - Via Canovine	✓	✓	✓		
Seriate (Cassinone) - Via Basse				✓	✓

Tabella 4: collocazione delle stazioni di misura in corrispondenza delle traiettorie

Secondo quanto riportato dalla società di gestione SACBO la stazione di Orio al Serio risulta essere sensibile, sebbene in percentuale ridotta, anche ad alcune operazioni D10 e A28.

Nella Tabella 5 viene invece effettuata una descrizione del sito delle stazioni M del sistema di monitoraggio di SACBO.

* Stazione sensibile solo parzialmente alle operazioni di atterraggio che avvengono su pista 28

Stazione di monitoraggio	Descrizione
Bagnatica - Via delle Groane	<p>Lo strumento è stato posto in un'area rurale nei pressi di una strada a traffico locale.</p> <p>Più precisamente il fonometro è stato installato sulla cancellata di un edificio ad un'altezza di circa 6 metri dal livello del suolo.</p>
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	<p>Lo strumento è stato posto all'ultimo piano di un edificio residenziale.</p> <p>Il fonometro è stato installato sul balcone della mansarda (il tetto è spiovente) ad un'altezza di circa 4 metri dal livello del balcone.</p>
Bergamo - Via Linneo	<p>Lo strumento è posizionato all'interno del giardino di una scuola materna. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 6 metri.</p> <p>Possibili disturbi potrebbero essere dati dalla presenza di un campanile nelle vicinanze e di un campo da calcio.</p>
Bergamo - Via Quasimodo	<p>Lo strumento è posizionato all'interno del giardino di un asilo nido. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 6 metri.</p> <p>Da segnalare la presenza della circonvallazione posta ad una distanza di circa 300 metri, che influisce in modo non trascurabile sulla situazione acustica.</p>
Bergamo - Via Canovine	<p>La strumentazione è stata posizionata sul tetto di un edificio comunale, su superficie piana, omogenea e riflettente, ad un'altezza di circa tre metri dalla superficie del tetto stesso, in campo libero.</p> <p>La posizione è stata scelta per minimizzare i contributi acustici dovuti agli impianti di condizionamento, alle attività commerciali/industriali presenti in zona e al traffico veicolare.</p>
Seriate (Cassinone) - Via Basse	<p>La strumentazione è stata posizionata sul tetto della rimessa autoveicoli dell'abitazione privata in esame, su superficie piana, omogenea e riflettente, ad un'altezza di circa tre metri dalla superficie del tetto stesso, in campo libero.</p> <p>La posizione è stata scelta per minimizzare i contributi acustici dovuti alle attività commerciali/industriali presenti in zona e al traffico veicolare delle vie limitrofe.</p>

Tabella 5: descrizione della posizione delle stazioni di misura di tipo M.

3. VERIFICA DELLE STAZIONI DI MISURA

Nel presente paragrafo viene esaminata, per ciascuna posizione di misura di tipo M, la rispondenza alle caratteristiche indicate nella Tabella 2 delle linee guida (DGR 808/2005). In alcuni casi le informazioni sono contenute in paragrafi successivi, ai quali si rimanda per l'esame di dettaglio.

3.1. *Compatibilità delle caratteristiche*

Nelle pagine seguenti è presentata la rispondenza alle caratteristiche previste dalla normativa vigente, in particolare la già citata DGR 808/2005 della Regione Lombardia, per ciascuna stazione di misura di tipo "M". Tale analisi è stata eseguita per le centraline funzionanti nelle 3 settimane a maggior traffico riportate nella Tabella 2.

BAGNATICA -VIA DELLE GROANE		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	A distanza di circa 10 metri dal microfono c'è un edificio a due piani fuori terra
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	No
UBICAZIONE	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (77 dB(A)- NO)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (84(A) - SI)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	> 30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	Rilevamento eventi
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Sì
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h - 00:06
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

ORIO AL SERIO - LARGO XXV APRILE		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	Il microfono è su un palo che si trova sul balcone del terzo piano di un edificio (a livello del tetto)
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Parzialmente
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (69,5 dB(A)- NO)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (79 dB(A)- Sì)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	Rilevamento eventi
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Sì
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 00:11
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

BERGAMO – VIA LINNEO		
Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	A distanza di circa 30 m dal microfono a Sud e ad Est edifici a quattro piani fuori terra
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Parzialmente
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (75,5 dB(A)– NO)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di $L_{AF,Max}$ degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (81,5 dB(A)– Si)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	Rilevamento eventi
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Si
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 00:11
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

BERGAMO – VIA QUASIMODO

Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	A distanza di circa 15 m dal microfono c'è un edificio a quattro piani fuori terra
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Parzialmente
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (69,5 dB(A)- NO)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (83,5 dB(A)- Sì)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	Rilevamento eventi
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Sì
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h - 00:15
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

BERGAMO – VIA CANOVINE

Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	Il microfono si trova sul tetto piano di un edificio in campo libero.
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Sì
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (70,5 dB(A)– NO)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (80,5 dB(A)– Sì)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	Rilevamento eventi
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Sì
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 00:12
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

SERIATE – VIA BASSE

Tematica	Sottotematica	Tipologia di stazione
		M
UBICAZIONE	Tra il microfono e la traiettoria nominale percorsa dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Tra il microfono e <u>tutte</u> le traiettorie effettive percorse dagli aerei ci sono ostacoli	No
	Indicare la distanza e l'altezza dell'edificio più alto	L > 50
	la superficie su cui è posizionato il microfono è acusticamente riflettente	Parzialmente
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori non correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi sonori non correlati ad operazioni aeree, ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere inferiore a 54 dB(A); (72 dB(A)– NO)
	Statistica del $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori correlati con operazioni aeree	La mediana dei valori di L_{AFmax} degli eventi aeronautici ottenuta da misure in continuo protratte per una qualsiasi delle tre settimane a maggior traffico, deve essere superiore a 64 dB(A); (84,5 dB(A)– Si)
CARATTERISTICHE	Caratteristiche del microfono:	>30 mV/Pa
	Caratteristiche del fonometro secondo la norma CEI_UNI 61672	Classe 1
	In caso di mancanza di alimentazione elettrica:	La strumentazione di rilevamento funziona con batteria tampone con autonomia di almeno 72h
	La stazione funziona in modo automatico per:	Rilevamento eventi
	Indicare il numero di ore di funzionamento negli ultimi 12 mesi	Vedi Tabella 9
COMUNICAZIONE	Le unità periferiche hanno autonomia di	Non valutabile
INDIVIDUAZIONE DEGLI EVENTI	Descrizione della procedura di riconoscimento dell'evento sonoro	Almeno soglia e durata
CALIBRAZIONI	La verifica della calibrazione viene fatta tramite	Pistonofono e attuatore elettrostatico
	L'operatore può eseguire verifiche della calibrazione su richiesta	Si
	Certificato di calibrazione fornito dal costruttore per tutti gli elementi della catena microfonica	Vedi Tabella 6
	Certificati SIT	Vedi Tabella 6
	Specificare quali parametri sono producibili per le calibrazioni	Data e ora, stazione, modalità, Livello misurato, offset
	Il sistema automatico di verifica viene utilizzato anche per impostare variazioni del livello di riferimento	No
	Specificare la cadenza delle verifiche automatiche e gli orari	24 h – 00:11
	Specificare la durata media della mancanza di acquisizione dei dati acustici per ciclo di verifica	20"
	Specificare la cadenza delle verifiche manuali	Vedi Tabella 9

3.2. Calibrazione e certificazione SIT

Nella Tabella 6 sono riportati i dati essenziali dei certificati SIT della strumentazione installata presso le stazioni di tipo M.

Nome centralina	Strumenti	Certificato	
Bagnatica Via delle Groane	Fonometro 824, Larson&Davis, n.2809 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.73776	Certificato di taratura n. 20980 del centro SIT n.68/E dello 03/04/2007. Certificato di taratura n. 24396-A del centro SIT n.68/E del 14/04/2009	
Orio al Serio Largo XXV Aprile	Fonometro 824, Larson&Davis, n.2502 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.37286	Certificato di calibrazione n. 2007-92990 dell'11/05/2007 rilasciato dal costruttore. Certificato di taratura n. 24508-A del centro SIT n.68/E del 06/05/2009	
Bergamo Via Quasimodo	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5411 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50278	Certificato di taratura n. 23064-A del centro SIT n.68/E del 24/6/2008.	
Bergamo Via Linneo	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5372 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50219	Certificato di taratura n. 22922-A del centro SIT n.68/E del 26/05/2008.	
Bergamo Via Canovine	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.1864	Certificato di verifica n. CV-DTE-T-07-PVE-32922 della 01dB-Metravib del 7/11/2007.	Certificato di taratura n. 25472-A del centro SIT n.68/E del 18/12/2009
	Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50227	Certificato di calibrazione G.R.A.S. del 08/04/2008	
Seriate (Cassinone) Via Basse	Fonometro Symphonie CH.1, 01dB, n.5360 Microfono 41AS, G.R.A.S., n.50254	Certificato di taratura n. 23132-A del centro SIT n.68/E dello 09/07/2008.	

Tabella 6: Certificazioni SIT per le stazioni di tipo M.

Le catene di misura del rumore delle varie centraline, nel corso del 2009, disponevano di un certificato di calibrazione conforme alla vigente normativa, in particolare non si riscontrano dei periodi scoperti durante le tre settimane di maggior traffico in relazione alle quali verranno valutate le misure.

3.3. Eventi correlati rispetto al numero di movimenti

Nel paragrafo 4.4 delle linee guida (DGR 808/2005) vengono riportati i criteri di determinazione del numero delle stazioni di misura di tipo M da installare in modo da consentire un'efficiente correlazione tra eventi rumorosi e tutte le traiettorie che interessano lo scalo aeroportuale.

Come verifica della localizzazione e delle operazioni di correlazione viene suggerito l'utilizzo delle seguenti disuguaglianze, rispettivamente per decolli ed atterraggi:

$$N_{EC}(D) < N_D \cdot \sum_i N_{OP}(D, SID_i);$$

$$N_{EC}(A) < N_A \cdot \sum_j N_{OP}(A, RWY_j).$$

Dove:

- $N_{EC}(D)$: numero di eventi correlati alle operazioni di decollo;
- $N_{OP}(D, SID_i)$: numero di stazioni sensibili* alle operazioni di decollo lungo la SID i-esima;
- N_D : numero di operazioni di decollo;
- $N_{EC}(A)$: numero di eventi correlati alle operazioni di atterraggio;
- $N_{OP}(A, RWY_j)$: numero di stazioni sensibili alla singola operazione di atterraggio per la pista RWY j-esima;
- N_A : numero di operazioni di atterraggio.

Questa procedura consente di verificare che il numero di correlazioni effettuate (a sinistra della disuguaglianza) non sia superiore al numero costituito dalla combinazione di tutti i sorvoli su tutte le stazioni di misura (a destra della disuguaglianza).

In condizioni ideali a ciascun movimento aereo che avviene lungo una determinata traiettoria (SIDi o RWYj) corrisponde una serie di eventi acustici rilevati dalle stazioni di misura che sono sensibili a quella traiettoria. Conseguentemente, tutti – e soli – questi eventi potranno essere correlati alle operazioni aeree.

Nel caso reale, tuttavia, possono verificarsi condizioni tali per cui un aereo non provochi eventi rumorosi su una (o più) stazioni sensibili; di conseguenza non sarà possibile ottenere un numero di eventi rumorosi correlati (NEC) pari al numero di eventi ideali né tanto meno superiore al numero di tutti i sorvoli su tutte le stazioni di misura.

Le disuguaglianze potrebbero non essere più verificate qualora la procedura di correlazione preveda che uno stesso evento sia associato a più operazioni aeree, determinando quindi un'inconsistenza tra operazioni aeree ed eventi correlati. Inoltre, se in una o più stazioni di

* Per stazione sensibile si intende una stazione la cui localizzazione e configurazione è tale da consentire la rilevazione del movimento aereo come evento rumoroso.

misura vengono rilevati eventi rumorosi dovuti ad altre sorgenti, la violazione della disuguaglianza implica che eventi non aeronautici sono stati correlati con operazioni aeree. Come si può osservare dall'esame della Tabella 7, il numero di eventi correlati è complessivamente inferiore al numero delle correlazioni possibili, il che indica che le operazioni di correlazione sono efficaci. Per quanto riguarda gli atterraggi, si noti che il valore di eventi correlati più basso rispetto a quello dei decolli, è dovuto al fatto che il numero delle centraline sensibili a tali operazioni sono la metà rispetto a quelle sensibili ai decolli, dato che gli atterraggi effettuati principalmente su pista 28 sono più difficilmente rilevabili dalla centralina di Orio al Serio come indicato in tabella Tabella 4.

Settimana	Decolli		Atterraggi	
	$N_{EC}(D)$	$N_D \Sigma N_{OP}(D, SID_i)$	$N_{EC}(A)$	$N_A \Sigma N_{OP}(A, RWY_j)$
25/05/2009 31/05/2009	1962	6149	1148	3366
14/07/2009 20/07/2009	2086	6644	1297	3720
10/10/2009 16/10/2009	1855	5863	1138	3258
Totale settimane	5903	18656	3583	10344

Tabella 7: analisi del numero di eventi correlati rispetto alle operazioni aeree.

3.4. Statistica degli eventi sonori

La statistica dei livelli $L_{AF,Max}$ degli eventi sonori consente di identificare se le distribuzioni dei due macro gruppi di eventi, correlati e non correlati, siano in qualche modo confondibili. Nella Tabella 8 viene mostrato il confronto tra il 95° percentile della distribuzione degli eventi che non sono stati correlati con un'operazione aerea e il 5° percentile della distribuzione degli eventi correlati, per le settimane a maggior traffico individuate.

Stazione	$L_{AF,Max,NC,95} = 95^\circ \text{ non correlati (dBA)}$	$L_{AF,Max,C,5} = 5^\circ \text{ correlati (dBA)}$	$N_{NC,95} \text{ per cui } L_{AF,Max} > L_{AF,Max,NC,95}$	$N_{C,5} \text{ per cui } L_{AF,Max} > L_{AF,Max,C,5}$	Percentuale di confondimento
Bagnatica - Via delle Groane	85,5	77	6	2111	0,003
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	79	70,5	17	1747	0,010
Bergamo - Via Linneo	83,5	77,5	6	1468	0,004

Stazione	$L_{AF,Max,NC,95} =$ 95° non correlati (dBA)	$L_{AF,Max,C,5} =$ 5° correlati (dBA)	$N_{NC,95}$ per cui $L_{AF,Max} >$ $L_{AF,Max,NC,95}$	$N_{C,5}$ per cui $L_{AF,Max} >$ $L_{AF,Max,C,5}$	Percentuale di confondimento
Bergamo - Via Quasimodo	85	76,6	10	1549	0,006
Bergamo - Via Canovine	81	72	9	1560	0,006
Seriate (Cassinone) - Via Basse	86	79	9	2181	0,004

Tabella 8: confronto delle distribuzioni di $L_{AF,Max}$ degli eventi correlati e degli eventi "falsi positivi"

La percentuale di confondimento, ottenuta dal rapporto tra il numero di falsi positivi tali per cui il valore di $L_{AF,Max}$ è superiore al 95° percentile e il numero di eventi correlati il cui valore di $L_{AF,Max}$ è superiore al 5° percentile, dà un'indicazione sulla validità dell'associazione o meno degli eventi alle operazioni aeroportuali. Dall'analisi dei livelli massimi misurati (Tabella 8) si può valutare la possibilità di confondere i falsi positivi, ottenendo una correlazione con eventi non aeronautici. La frequenza assoluta degli eventi non correlati superiori al 95° percentile, soprattutto se rapportata alla frequenza degli eventi correlati superiori al 5° percentile, rende tale possibilità piuttosto remota, soprattutto nei casi di Bagnatica, via Linneo e Seriate. Tuttavia si segnala una significatività di questo rapporto nel caso della stazione di Orio al Serio, dovuta al posizionamento della stazione, che la rende sensibile ai movimenti su pista degli aerei.

3.5. *Continuità delle rilevazioni*

Per le stazioni di tipo M, in Tabella 9 sono riportati i giorni in cui sono state effettuate le calibrazioni manuali e il numero delle ore, riportato anche in termini percentuali, dell'effettivo funzionamento delle stazioni in relazione all'anno 2009. Si osserva che viene raggiunto il valore ottimale previsto dalle linee guida (98%), ad eccezione della postazione di Seriate (Cassinone) - Via Basse che comunque si discosta solo di 0,5% da tale valore .

Si osserva altresì che la frequenza minima delle calibrazioni manuali, indicata dalle linee guida (almeno ogni 90 giorni) viene sempre rispettata.

Stazione	Calibrazione	Funzionamento (ore)	Funzionamento %
Bagnatica - Via delle Groane	04/02/2009	8703	99,3
	26/02/2009		
	31/03/2009		
	22/04/2009		
	28/05/2009		
	23/06/2009		
	23/07/2009		
	18/08/2009		
	21/09/2009		
	25/11/2009		
	16/12/2009		
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	04/02/2009	8603	98,2
	26/02/2009		
	31/03/2009		
	22/04/2009		
	07/05/2009		
	28/05/2009		
	23/06/2009		
	23/07/2009		
	18/08/2009		
	07/09/2009		
	21/09/2009		
16/12/2009			
Bergamo - Via Linneo	04/02/2009	8744	99,8
	26/02/2009		
	31/03/2009		
	22/04/2009		
	18/05/2009		
	28/05/2009		
	23/06/2009		
	23/07/2009		
	18/08/2009		
	07/09/2009		
	21/09/2009		
25/11/2009			
16/12/2009			

Stazione	Calibrazione	Funzionamento (ore)	Funzionamento %
Bergamo - Via Quasimodo	04/02/2009	8757	100,0
	26/02/2009		
	31/03/2009		
	22/04/2009		
	28/05/2009		
	23/06/2009		
	06/08/2009		
	18/08/2009		
	21/09/2009		
	25/11/2009		
	16/12/2009		
Bergamo - Via Canovine	04/02/2009	8704	99,4
	26/02/2009		
	31/03/2009		
	22/04/2009		
	28/05/2009		
	23/06/2009		
	23/07/2009		
	18/08/2009		
	21/09/2009		
	25/11/2009		
	09/12/2009		
Seriata (Cassinone) - Via Basse	04/02/2009	8540	97,5
	26/02/2009		
	31/03/2009		
	22/04/2009		
	28/05/2009		
	23/06/2009		
	23/07/2009		
	18/08/2009		
	07/09/2009		
	21/09/2009		
	25/11/2009		
16/12/2009			

Tabella 9: Calibrazioni manuali e funzionamento in ore per le stazioni di tipo M.

Tra gli interventi straordinari eseguiti presso i punti di misura, la società di gestione ha segnalato:

Stazione di misura	Data		Intervento straordinario (descrizione SACBO)
Bagnatica - Via delle Groane	12/05/2009	13/05/2009	Blocco fonometro
	28/05/2009	28/05/2009	Crash software
	23/06/2009	24/06/2009	Crash software
	29/12/2009	31/12/2009	Attacco informatico
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	28/06/2009	30/06/2009	Power down
	02/09/2009	07/09/2009	router down
	26/09/2009	28/09/2009	Power down
	29/12/2009	31/12/2009	Attacco informatico

Bergamo - Via Linneo	22/07/2009	23/07/2009	Attacco Virus - Tamponato SB
Bergamo - Via Canovine	27/01/2009	28/01/2009	Power down
	29/04/2009	29/04/2009	Power down
	07/09/2009	21/09/2009	Interferenza alimentatore
	29/12/2009	31/12/2009	Attacco informatico
Seriato (Cassinone) - Via Basse	11/03/2009	11/03/2009	Blocco fonometro
	23/06/2009	30/06/2009	Un fulmine ha bruciato la cabina - sostituzione PC e piastra HW
	03/09/2009	04/09/2009	PC down - SB
	07/09/2009	07/09/2009	PC Up
	29/12/2009	31/12/2009	Attacco informatico

Tabella 10: Interruzioni delle rilevazioni presso i punti di misura.

Il periodo di inattività più lungo è stato registrato dalla centralina di Seriate rimasta disattivata dal 23 al 30 Settembre 2009 a causa di un temporale che ha danneggiato il PC.

3.6. Valutazione delle correlazioni

Oltre alla percentuale di correlazione espressa in termini di eventi, è necessario considerare la percentuale di operazioni aeree che risultano correlate (N_c) rispetto al totale delle operazioni aeree (N).

Secondo quanto riportato dalle analisi di correlazione effettuate da ARPA a partire dai dati grezzi dei rilievi fonometrici della rete SACBO, si ha una percentuale N_c/N pari a 99%.

Un'altra valutazione possibile riguarda la differenza tra LVA_j ottenuto a monte delle operazioni di correlazione (LVA_{j_nc}) e quello ottenuto dopo le operazioni di correlazione (LVA_{j_c}). In questo modo è possibile valutare l'eventuale influenza di falsi positivi sui dati di LVA_j che concorrono alla determinazione del parametro LVA. Nelle Tabelle seguenti sono riportati i valori ottenuti dalle analisi di correlazione ARPA a partire dai dati grezzi e dai movimenti desunti dalle tracce radar. Sono stati indicati con il simbolo (\ast) i giorni in cui i dati sono stati persi a causa di un malfunzionamento. Per quanto riguarda la centralina di Orio al Serio- Largo XXV Aprile si è riscontrata, in particolare in alcune giornate, la presenza di un elevato livello di fondo per cui è stato necessario procedere con una selezione manuale di alcuni eventi dato che la soglia impostata per il riconoscimento era costantemente superata. In generale le differenze tra i due valori di LVA_j sono molto contenute. Si può osservare la presenza di eventi non correlabili nelle stazioni di Linneo e Canovine che determina una differenza rilevante tra i due valori di LVA_j ma solo in corrispondenza di 1 o 2 giorni ($\Delta L \approx 1$ dBA). Viceversa per le stazioni di Bagnatica e Seriate i ΔL sono molto contenuti.

Bagnatica - Via delle Groane			
Data	L_{Vaj,c}	L_{Vaj,nc}	ΔL
25/05/2009	65,6	66,0	0,4
26/05/2009	66,9	66,9	0,0
27/05/2009	68,1	68,1	0,0
28/05/2009	*	*	nd
29/05/2009	67,4	67,4	0,0
30/05/2009	66,1	66,1	0,0
31/05/2009	65,0	65,0	0,0
14/07/2009	67,8	67,8	0,0
15/07/2009	68,3	68,3	0,0
16/07/2009	68,4	68,5	0,0
17/07/2009	67,4	67,6	0,2
18/07/2009	65,2	65,3	0,0
19/07/2009	66,7	66,7	0,0
20/07/2009	67,9	67,9	0,0
10/10/2009	66,1	66,1	0,0
11/10/2009	65,0	65,0	0,0
12/10/2009	66,1	66,2	0,1
13/10/2009	65,7	65,7	0,0
14/10/2009	66,3	66,3	0,0
15/10/2009	66,2	66,3	0,1
16/10/2009	67,0	67,1	0,1

Orio al Serio - Largo XXV Aprile			
Data	L_{Vaj,c}	L_{Vaj,nc}	ΔL
25/05/2009	60,4	60,7	0,3
26/05/2009	60,3*	60,3*	0,0
27/05/2009	60,6	60,8	0,2
28/05/2009	58,2*	58,5*	0,3
29/05/2009	61,9	62,0	0,1
30/05/2009	62,4	62,5	0,1
31/05/2009	59,4	59,5	0,0
14/07/2009	57,9	58,2	0,3
15/07/2009	57,8*	58,1*	0,3
16/07/2009	57,0*	57,1*	0,1
17/07/2009	59,8	60,0	0,2
18/07/2009	63,0*	63,1*	0,1
19/07/2009	60,1	60,1	0,0
20/07/2009	59,4	59,4	0,0
10/10/2009	59,4	59,5	0,0
11/10/2009	58,1	58,2	0,1
12/10/2009	61,1	61,3	0,2
13/10/2009	59,0*	59,5*	0,5
14/10/2009	58,8	58,9	0,1
15/10/2009	59,2	59,3	0,2
16/10/2009	59,4	59,5	0,1

* I valori di L_{vaj} sono stati ottenuti mediante procedure di tipo manuale (selezione eventi e correlazione) a causa della

Bergamo - Via Linneo			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
25/05/2009	63,3	63,3	0,0
26/05/2009	60,7	60,8	0,0
27/05/2009	61,1	61,2	0,1
28/05/2009	60,8	60,9	0,1
29/05/2009	64,4	64,4	0,0
30/05/2009	61,1	61,6	0,5
31/05/2009	62,8	62,9	0,1
14/07/2009	61,3	61,8	0,5
15/07/2009	61,4	62,4	1,0
16/07/2009	60,1	60,8	0,7
17/07/2009	61,9	62,4	0,6
18/07/2009	62,9	63,0	0,1
19/07/2009	62,3	62,5	0,1
20/07/2009	61,8	61,9	0,1
10/10/2009	61,9	62,0	0,2
11/10/2009	60,7	60,7	0,0
12/10/2009	59,4	59,4	0,0
13/10/2009	59,0	59,0	0,0
14/10/2009	59,0	59,0	0,0
15/10/2009	58,8	58,9	0,1
16/10/2009	60,6	60,6	0,0

Bergamo - Via Quasimodo			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
25/05/2009	63,9	63,9	0,0
26/05/2009	62,1	62,1	0,1
27/05/2009	62,3	62,4	0,1
28/05/2009	62,0	62,1	0,1
29/05/2009	64,6	64,6	0,0
30/05/2009	62,7	62,7	0,0
31/05/2009	63,5	63,5	0,0
14/07/2009	63,5	63,7	0,2
15/07/2009	63,3	63,5	0,2
16/07/2009	62,2	62,3	0,0
17/07/2009	63,3	63,4	0,1
18/07/2009	64,5	64,6	0,0
19/07/2009	64,6	64,6	0,1
20/07/2009	64,1	64,2	0,1
10/10/2009	62,8	62,9	0,1
11/10/2009	62,2	62,2	0,0
12/10/2009	62,2	62,2	0,0
13/10/2009	61,0	61,6	0,6
14/10/2009	60,4	60,6	0,2
15/10/2009	60,8	61,0	0,2
16/10/2009	62,8	62,9	0,1

presenza di elevato livello di fondo.

Bergamo - Via Canovine			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
25/05/2009	61,7	61,8	0,0
26/05/2009	59,9	60,0	0,2
27/05/2009	60,2	60,4	0,2
28/05/2009	60,3	60,4	0,1
29/05/2009	63,4	63,5	0,1
30/05/2009	60,4	60,5	0,1
31/05/2009	62,0	62,1	0,0
14/07/2009	60,9	61,0	0,2
15/07/2009	60,4	60,6	0,3
16/07/2009	59,6	59,7	0,1
17/07/2009	60,8	60,9	0,1
18/07/2009	60,7	61,6	0,9
19/07/2009	61,3	61,4	0,0
20/07/2009	61,4	61,4	0,0
10/10/2009	55,7	55,8	0,0
11/10/2009	55,3	55,3	0,0
12/10/2009	55,1	55,3	0,2
13/10/2009	53,7	53,8	0,1
14/10/2009	54,2	54,2	0,0
15/10/2009	54,1	54,2	0,1
16/10/2009	55,9	56,3	0,4

Seriate (Cassinone) - Via Basse			
Data	L_{VAj,c}	L_{VAj,nc}	ΔL
25/05/2009	67,0	67,2	0,2
26/05/2009	68,2	68,2	0,0
27/05/2009	68,9	69,0	0,0
28/05/2009	68,5	68,6	0,1
29/05/2009	67,4	67,4	0,0
30/05/2009	67,7	67,8	0,1
31/05/2009	65,3	65,4	0,0
14/07/2009	69,3	69,3	0,0
15/07/2009	68,6	68,8	0,1
16/07/2009	69,2	69,2	0,0
17/07/2009	67,7	67,8	0,1
18/07/2009	66,9	66,9	0,0
19/07/2009	66,2	66,2	0,0
20/07/2009	68,8	68,8	0,0
10/10/2009	66,5	66,5	0,0
11/10/2009	64,5	64,6	0,0
12/10/2009	66,7	66,8	0,0
13/10/2009	66,7	66,8	0,0
14/10/2009	67,1	67,1	0,0
15/10/2009	67,4	67,4	0,0
16/10/2009	68,0	68,0	0,0

3.7. Validazione del dato di LVA 2009

I dati grezzi delle misure fonometriche delle centraline gestite da SACBO sono stati rielaborati con due diversi programmi al fine di ottenere il riconoscimento degli eventi (SARA per SACBO e NOISEWORK per ARPA).

In seguito al riconoscimento degli eventi sono state fatte le correlazioni con gli eventi aeronautici documentati dalle tracce radar.

Nelle Tabelle successive sono riportati i valori di L_{VAj} per ogni giorno delle tre settimane, calcolati attraverso le correlazioni eseguite dalla società di gestione SACBO e da ARPA (valori approssimati a 0,5 dB). La differenza ΔL si riferisce al dato calcolato da SACBO a cui viene sottratto quello di ARPA. Nella giornata del 28/05/2009 sono state eseguite calibrazioni manuali da parte di Sacbo sulle centraline che hanno determinato la parziale perdita di dati. Sono stati pertanto indicati con il simbolo (*) i corrispondenti indici L_{vaj} che non sono stati considerati validi mediante l'applicazione dei criteri individuati dal paragrafo 5.3 delle linee guida (DGR8/808).

In generale si riscontra un'ottima concordanza dei valori calcolati.

Bagnatica - Via delle Groane			
Data	L_{VAj} (ARPA)	L_{VAj} (SACBO)	ΔL
25/05/2009	65,5	66,0	0,5
26/05/2009	67,0	67,0	0,0
27/05/2009	68,0	68,0	0,0
28/05/2009	*	67,5	n.d.
29/05/2009	67,5	67,5	0,0
30/05/2009	66,0	66,0	0,0
31/05/2009	65,0	65,0	0,0
14/07/2009	68,0	68,0	0,0
15/07/2009	68,5	68,5	0,0
16/07/2009	68,5	68,5	0,0
17/07/2009	67,5	67,5	0,0
18/07/2009	65,0	65,0	0,0
19/07/2009	66,5	66,5	0,0
20/07/2009	68,0	68,0	0,0
10/10/2009	66,0	66,0	0,0
11/10/2009	65,0	65,0	0,0
12/10/2009	66,0	66,0	0,0
13/10/2009	65,5	65,5	0,0
14/10/2009	66,5	66,5	0,0
15/10/2009	66,0	66,5	0,5
16/10/2009	67,0	67,5	0,5

Orio al Serio - Largo XXV Aprile			
Data	L_{VAj} (ARPA)	L_{VAj} (SACBO)	ΔL
25/05/2009	60,5	61,0	0,5
26/05/2009	60,5	60,0	-0,5
27/05/2009	60,5	60,5	0,0
28/05/2009	58,0	59,0	1,0
29/05/2009	62,0	62,0	0,0
30/05/2009	62,5	62,5	0,0
31/05/2009	59,5	60,0	0,5
14/07/2009	58,0	58,5	0,5
15/07/2009	58,0	58,5	0,5
16/07/2009	57,0	58,0	1,0
17/07/2009	60,0	60,0	0,0
18/07/2009	63,0	63,0	0,0
19/07/2009	60,0	60,0	0,0
20/07/2009	59,5	59,5	0,0
10/10/2009	59,5	59,5	0,0
11/10/2009	58,0	58,5	0,5
12/10/2009	61,0	61,5	0,5
13/10/2009	59,0	59,5	0,5
14/10/2009	59,0	59,0	0,0
15/10/2009	59,0	59,0	0,0
16/10/2009	59,5	59,5	0,0

Bergamo - Via Linneo			
Data	L_{V<i>A</i>i} (ARPA)	L_{V<i>A</i>i} (SACBO)	ΔL
25/05/2009	63,5	63,0	-0,5
26/05/2009	60,5	61,0	0,5
27/05/2009	61,0	61,0	0,0
28/05/2009	61,0	61,0	0,0
29/05/2009	64,5	64,5	0,0
30/05/2009	61,0	61,5	0,5
31/05/2009	63,0	63,0	0,0
14/07/2009	61,5	62,0	0,5
15/07/2009	61,5	61,5	0,0
16/07/2009	60,0	60,5	0,5
17/07/2009	62,0	62,5	0,5
18/07/2009	63,0	63,0	0,0
19/07/2009	62,5	62,5	0,0
20/07/2009	62,0	62,0	0,0
10/10/2009	62,0	62,0	0,0
11/10/2009	60,5	61,5	1,0
12/10/2009	59,5	59,5	0,0
13/10/2009	59,0	59,0	0,0
14/10/2009	59,0	59,0	0,0
15/10/2009	59,0	59,0	0,0
16/10/2009	60,5	60,5	0,0

Bergamo - Via Quasimodo			
Data	L_{V<i>A</i>i} (ARPA)	L_{V<i>A</i>i} (SACBO)	ΔL
25/05/2009	64,0	64,0	0,0
26/05/2009	62,0	62,5	0,5
27/05/2009	62,5	62,5	0,0
28/05/2009	62,0	62,0	0,0
29/05/2009	64,5	65,0	0,5
30/05/2009	62,5	62,5	0,0
31/05/2009	63,5	63,5	0,0
14/07/2009	63,5	64,0	0,5
15/07/2009	63,5	63,5	0,0
16/07/2009	62,0	62,5	0,5
17/07/2009	63,5	63,5	0,0
18/07/2009	64,5	64,5	0,0
19/07/2009	64,5	64,5	0,0
20/07/2009	64,0	64,5	0,5
10/10/2009	63,0	63,0	0,0
11/10/2009	62,0	62,0	0,0
12/10/2009	62,0	62,0	0,0
13/10/2009	61,0	61,0	0,0
14/10/2009	60,5	61,0	0,5
15/10/2009	61,0	61,0	0,0
16/10/2009	63,0	63,0	0,0

Bergamo - Via Canovine			
Data	L_VA_i (ARPA)	L_VA_i (SACBO)	ΔL
25/05/2009	61,5	61,5	0,0
26/05/2009	60,0	60,0	0,0
27/05/2009	60,0	60,5	0,5
28/05/2009	60,5	60,5	0,0
29/05/2009	63,5	63,5	0,0
30/05/2009	60,5	60,5	0,0
31/05/2009	62,0	62,0	0,0
14/07/2009	61,0	61,0	0,0
15/07/2009	60,5	60,5	0,0
16/07/2009	59,5	59,5	0,0
17/07/2009	61,0	61,0	0,0
18/07/2009	60,5	61,0	0,5
19/07/2009	61,5	61,5	0,0
20/07/2009	61,5	61,5	0,0
10/10/2009	55,5	56,0	0,5
11/10/2009	55,5	55,5	0,0
12/10/2009	55,0	55,0	0,0
13/10/2009	53,5	54,0	0,5
14/10/2009	54,0	54,5	0,5
15/10/2009	54,0	54,0	0,0
16/10/2009	56,0	56,0	0,0

Seriate (Cassinone) - Via Basse			
Data	L_VA_i (ARPA)	L_VA_i (SACBO)	ΔL
25/05/2009	67,0	67,0	0,0
26/05/2009	68,0	68,0	0,0
27/05/2009	69,0	69,0	0,0
28/05/2009	68,5	68,5	0,0
29/05/2009	67,5	67,5	0,0
30/05/2009	67,5	67,5	0,0
31/05/2009	65,5	65,5	0,0
14/07/2009	69,5	69,5	0,0
15/07/2009	68,5	68,5	0,0
16/07/2009	69,0	69,0	0,0
17/07/2009	67,5	67,5	0,0
18/07/2009	67,0	67,0	0,0
19/07/2009	66,0	66,0	0,0
20/07/2009	69,0	69,0	0,0
10/10/2009	66,5	66,5	0,0
11/10/2009	64,5	64,5	0,0
12/10/2009	66,5	66,5	0,0
13/10/2009	66,5	67,0	0,5
14/10/2009	67,0	67,0	0,0
15/10/2009	67,5	67,5	0,0
16/10/2009	68,0	68,0	0,0

Seguendo i criteri riportati nella Tabella 12 delle linee guida regionali è possibile determinare il valore dell'indice LVA.

Settimane a maggior traffico	Stazione di misura	(ARPA)		(SACBO)	
		L _{V_A} (dBA)	N	LVA (dBA)	N
25/05/09 - 31/05/09 14/07/09 - 20/07/09 10/10/09 - 16/10/09	Bagnatica - Via delle Groane	67,0	21	67,0*	21
	Orio al Serio - Largo XXV Aprile	60,0	21	60,0	21
	Bergamo - Via Linneo	61,5	21	61,5	21
	Bergamo - Via Quasimodo	63,0	21	63,0	21
	Bergamo - Via Canovine	60,0	21	60,0	21
	Seriate (Cassinone) - Via Basse	67,5	21	67,5	21

Tabella 11: calcolo dell'indice L_{V_A} per l'anno 2009 (dati approssimati a 0,5 dBA).

Dall'analisi dei risultati si rileva una perfetta concordanza tra i valori di L_{V_A} calcolati da ARPA e dalla Società di Gestione dell'aeroporto.

* A causa della mancanza di dati per 1 giorno nella prima settimana, il dato di LVA è stato calcolato sulla base dei restanti 6 giorni della settimana stessa e applicando le correzioni indicate dalla DGR 8/808.

4. CONCLUSIONI

La verifica eseguita permette di affermare che il sistema di monitoraggio dell'aeroporto di Orio al Serio è in grado di rilevare la rumorosità dovuta alla movimentazione dello scalo, sia per le fasi di decollo che per quelle di atterraggio. Per quanto riguarda la stazione di Orio al Serio – Largo XXV Aprile la necessità di provvedere all'individuazione manuale di diversi eventi e la conseguente correlazione manuale alle operazioni di decollo ed atterraggio, che è stata riscontrata in alcune giornate, è stata determinata dalla presenza di disturbi dovuti a sorgenti di tipo temporaneo (cantiere) in assenza delle quali il sistema automatico ha dato prova di funzionare correttamente.

La DGR 808/2005 costituisce un insieme di indicazioni che riguardano tutti gli aspetti del monitoraggio del rumore aeroportuale. Sulla base dei suoi contenuti è possibile valutare la conformità delle postazioni alle linee guida, come riassunto nella seguente tabella.

STAZIONE DI MONITORAGGIO	Tipologia proposta	Possibilità di calcolo L_{VA}	Caratteristiche funzionamento	Caratteristiche posizione
Bagnatica - Via delle Groane	M	SÌ	Sì	SÌ
Orio al Serio - Largo XXV Aprile	M	SÌ	Sì	SÌ
Bergamo - Via Linneo	M	SÌ	Sì	SÌ
Bergamo - Via Quasimodo	M	SÌ	Sì	SÌ
Bergamo - Via Canovine	M	SÌ	Sì	SÌ
Seriate (Cassinone) - Via Basse	M	SÌ	NO*	SÌ

Nel complesso risultano conformi alle Linee guida cinque stazioni su sei. In merito alla stazione di Seriate – Via Basse, va sottolineato che la non conformità alle Linee guida della stazione di misura di tipo M è dovuta unicamente al mancato raggiungimento del valore minimo delle ore di monitoraggio richieste (98%) pur raggiungendo il 97,5% nonostante il danneggiamento subito a causa di un temporale. Si ricorda che questo valore rappresenta, comunque, un limite di eccellenza per tutti i sistemi di monitoraggio.